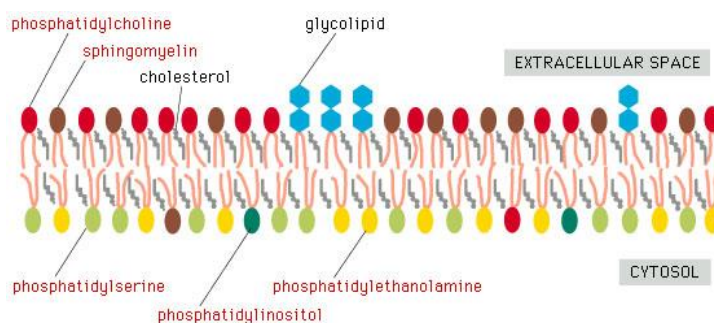


## 2 LIPIDY

Lipidy (z gréckeho lipos = tuk) predstavujú pestrú skupinu látok nerozpustných vo vode, ale dobre sa rozpúšťajúcich v nepolárnych rozpúšťadlách (chloroform, éter, benzén). Sú to látky dôležité pre život rastlín a živočíchov. Pre organizmus sú zdrojom energie, zabezpečujú termoizoláciu organizmu, zabezpečujú ochranu dôležitých orgánov, vytvárajú v organizme prostredie, v ktorom sa rozpúšťajú látky nerozpustné vo vode, napr. vitamíny, hormóny, liečivá, sú súčasťou bunkových membrán, obaľujú nervové vlákna. Z chemického hľadiska sú lipidy estery vyšších mastných kyselín a alkoholov (Benda, Babürek a Kotrba 2006; Pavlovič a Pullmann 2015).



Obrázok 9 Bunková membrána (Zdroj: Herbert 2010)

Legenda: phosphatidylcholine- fosfatidylcholín, sphingomyelin- sfingomyelín, cholesterol- cholesterol, glycolipid- glykolipid, extracellular spece- extracelulárny priestor, cytosol- cytozol, phosphatidylserine- fosfatidylserín, phsphatidylinositol- fosfatidylinozitol, phosphatidylethanolamine- fosfatidyletanolamid

Lipidy sú významné zložky potravín, ktoré ovplyvňujú ich výživovú a energetickú hodnotu. Z chemického hľadiska zaradujeme k nim predovšetkým deriváty mastných kyselín, ich estery a amidy. V praxi sa k lipidom priradujú aj iné neprchavé lipofilné zlúčeniny, ktoré v prírodných aj priemyselných produktoch sprevádzajú lipidy. Preto ich nazývame sprievodné látky – lipoidy (Poráčová a Nagy 2014; Fialová 2016). Chemická štruktúra lipoidov je výrazne odlišná od lipidov a často ani neobsahujú mastné kyseliny. Patria sem rôzne terpenoidy (steroidy, karotenoidy), lipofilné vitamíny, niektoré farbivá a prírodné antioxidanty a ďalšie lipofilné zlúčeniny. Na základe chemického zloženia sa lipidy delia do troch skupín:

- homolipidy – zlúčeniny mastných kyselín a alkoholov,
- heterolipidy – okrem mastných kyselín a alkoholu obsahujú ďalšiu kovalentne viazanú zlúčeninu (kyselinu fosforečnú vo fosfolipidoch alebo D-galaktózu v glykolipidoch),
- komplexné lipidy – obsahujú homolipidy a heterolipidy, ale aj ďalšie zložky, ktoré sú viazané inými väzbami, nielen kovalentnými (vodíkovými väzbami alebo hydrofóbnymi interakciami) (Murray a kol. 2003; Sedlák a kol. 2007; Ledvina a kol. 2009).

V potravinárskej technológii a praxi sa však názov lipidy takmer nepoužíva. Bežne sa používajú pojmy tuky a oleje, mastné kyseliny, vosky a lecitín, pretože iba tieto zložky majú najväčší priemyselný význam.

Z hľadiska zložitosti ich rozdelíme na:

- jednoduché:
  - 1) acylglyceroly (tuky a oleje),
  - 2) vosky,
- zložené:
  - 1) polárne lipidy fosfoacylglyceroly (fosfatidáty),
  - 2) sfingolipidy,
  - 3) lipoproteíny (lipid + proteín alebo peptid),
  - 4) glykolipidy (lipid + sacharid),
  - 5) izoprenoidné lipidy - lipidy odvodené od izoprénu,
  - 6) terpény a steroidy,
  - 7) karotenoidy (Račay 2012).

## 2.1 Funkcia lipidov

Lipidy plnia v organizmoch viaceré funkcie, z ktorých najdôležitejšie sú:

1. Zdroj a rezerva energie. V závislosti od človeka, 20 až 60 % všetkých kalórií (Joulov) pochádza z konzumácie tukov a olejov. Tuky a oleje sú najkoncentrovanejšou formou energie v potravinách – produkujú 35 000 - 40 000 Joulov (8 000-9 000 kalórií) energie na gram, čo je viac ako dvojnásobok energie obsiahnutej v 1 grame sacharidov a bielkovín (~ 15 000 Joulov, t.j. 3 700 kalórií). Redukcia príjmu tukov a olejov v strave je preto veľmi efektívnym spôsobom, ako schudnúť. Tuky a oleje robia jedlo chutnejším a sú dôležité v strave kvôli ich pomalému tráveniu. Pomalé štiepenie tukov zabraňuje pocitom hladu počas dlhšej doby, ako po požití stravy bez tukov. Trávenie neprebíha v žalúdku, ale v

tenkom čreva. Nadbytočné množstvo jedla v stravovaní sa premieňa v tele na tuk, ktorý slúži ako rezervný zdroj energie.

2. Štruktúrne funkcie. Polárne lipidy sa spontánne orientujú do mono a dvojvrstiev, čím vytvárajú štruktúrne jadro biomembrán. Polárne lipidy sú tiež nevyhnutné pre prenos podnetov, preto nervové tkanivo obsahuje až 40 % lipidov.

3. Ochranné funkcie. Časť acylglycerolov obaluje niektoré orgány (napr. obličky) a chráni ich pred mechanickým poškodením. Podkožný tuk funguje ako izolačná bariéra zabráňujúca nadmernej strate tepla do okolia a tiež strate vody. Analogické funkcie plnia aj ochranné vrstvy voskov na listoch, plodoch, perí, srsti, pancieri hmyzu (Takacsová a Paveleková 2006; Lehotský 2012; Račay 2012).

## 2.2 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny sú z hľadiska výživy najdôležitejšou zložkou lipidov. Podľa chemického názvoslovia ide o karboxylové kyseliny s alifatickým uhlíkovým reťazcom, ale v lipidoch sa vyskytujú aj mastné kyseliny cyklické a aromatické. V prírode, a teda aj v potravinách, sa vyskytujú mastné kyseliny s rôznym stupňom nenasýtenosti (Kubincová 2004). Delíme ich na:

- nasýtené mastné kyseliny – bežne sa vyskytujú v prírodných lipidoch, zvyčajne majú párny počet uhlíkov (4 až 60) v alifatickom reťazci, v praxi sa používajú ich triviálne názvy, napr. kyselina maslová, palmitová, stearová,

Nasýtené mastné kyseliny zvyšujú hladinu cholesterolu v krvi a s tým súvisiacich chronických ochorení, ako ateroskleróza, kardiovaskulárne ochorenia. Sú obsiahnuté prevažne v tukoch živočíšneho pôvodu. Sú prítomné v mäse, mlieku, a v mliečnych výrobkoch. Takmer všetky sú živočíšneho pôvodu. Rastlinného pôvodu sú napr. kokosový a palmový olej. Slúžia ako rezervná látka, ich veľká spotreba zvyšuje hladinu cholesterolu v krvi a úmrtnosť na kardiovaskulárne choroby. Ich podiel na energetickom príjme by mal obsahovať 8 až 10 %. Nasýtené MK podporujú vznik voľnoradikálových ochorení- chronických ochorení. Prijímame ich najmä v mäse, mlieku a mliečnych výrobkoch (Kubincová 2004; Horák a Staszková 2009). Slúžia ako zdroj energie. Zúčastňujú sa na výstavbe bunkových membrán. Sú súčasťou bunkových štruktúr.

- nenasýtené mastné kyseliny s jednou dvojitou väzbou – monoénové, líšia sa navzájom v počte atómov uhlíka, polohou dvojitej väzby a jej priestorovou konfiguráciou, najbežnejšou monoénovou kyselinou vyskytujúcou sa v prí-

rodných lipidoch je kyselina olejová (cis-9-oktadecénová) a kyselina palmitolejová (cis-9-hexadecénová).

Zdrojom nenasýtených mastných kyselín sú plodiny, orechy, mandle a suché olejnaté ovocie a klíčky obilnín. Vyskytujú sa aj v repkovom, sezamovom a kukuričnom oleji. Zo živočíšnych zdrojov sú to masť, mäso, ryby, mlieko a maslo. Ich podiel na energetickom príjme by mal byť 10 až 12 %. Slúžia ako zdroj energie. Zúčastňujú sa na výstavbe bunkových membrán. Sú súčasťou bunkových štruktúr.

Nenasýtené MK- mononenasýtené, monoénové sa vyskytujú v organizme vo forme cis a trans. Cis forma je prirodzená, veľmi často sa vyskytujúca a vhodná na rýchle metabolizovanie MK. Trans forma („trans fatty acids“ TFA) vzniká pri staršom priemyselnom spracovaní. Podľa epidemiologických štúdií je spojená s rozvojom kardiovaskulárnych ochorení. V poslednej dobe sa venuje zvýšená pozornosť jej spotrebe v potrave. Tvorí sa v malých množstvách v bachore hovädzieho dobytku a oviec. Môže sa objaviť v mlieku a červenom mäse. Jej vysoký prívod vedie k zvýšenej koncentrácii LDL- cholesterolu a zníženiu koncentrácie HDL- cholesterolu. Môže mať vplyv aj na metabolizmus glukózy, rozvoj *diabetes mellitus* typu 2. Niektoré vedecké odhady predpokladajú, že aj čiastočné zníženie v potravinách môže viesť k výraznému poklesu diabetu 2. typu. Niektoré pokrmové tuky na našom trhu obsahujú až 20- 30 % TFA, nachádza sa v trvanlivom pečive a jemnom pečive- v niektorých druhoch až 50 % (Kujaník 2008; Dostál a kol. 2009; Makovický a Nagy 2014). Podľa štúdie TRANSFA-IR sa porovnávala spotreba TFA v 14 krajinách EÚ. Pre svoj vzťah ku kardiovaskulárnym ochoreniam by sa mali zaradiť do rovnakej skupiny ako nasýtené MK. Niektoré práce ich však považujú za niekoľkonásobne škodlivejšie. Podľa dietetických odporúčaní WHO na prevenciu chronických ochorení by prívod TFA mal predstavovať najviac 1 % celkového energetického príjmu v strave (Kujaník 2008).

V niektorých rastlinných zdrojoch (v horčičných a repkových semenách) nájdeme aj kyselinu erukovú, pri ktorej existujú pochybnosti o jej zdravotnej bezpečnosti. Preto sa vyšľachtili odrody takej repky, ktoré majú obsah tejto kyseliny výrazne nižší ako klasické odrody, z nenasýtené mastné kyseliny s viacerými dvojitými väzbami – polyénové, sú veľmi dôležité z hľadiska výživy, viaceré patria medzi esenciálne (nenahraditeľné) mastné kyseliny. Jedna z najvýznamnejších esenciálnych mastných kyselín je kyselina linolová(cis,cis-9,12-oktadekadiénová)  $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ , ktorá patrí medzi kyseliny radu n-6 (alebo  $\omega$ -6), čo znamená, že posledná dvojitá väzba

vychádza zo šiesteho uhlíkového atómu od koncovej metylovej skupiny. Podobne kyselina linolénová(cis,cis,cis,-9,12,15-oktadekatriénová)  $H_3C-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$  patrí do n-3 (alebo  $\omega$ -3) radu mastných kyselín, t. j. poslednú dvojité väzbu má na treťom uhlíkovom atóme od koncovej metylovej skupiny. Mastné kyseliny radu n-3 a n-6 majú dôležité miesto vo výžive, sú prekursorami viacerých fyziologicky dôležitých látok v organizme, ovplyvňujú stav ciev, zrážavosť krvi, krvný tlak. Hlavným zdrojom mastných kyselín radu n-3 sú morské ryby a cicavce, sladkovodné ryby a rastlinné oleje. Zdrojom mastných kyselín radu n-6 sú najmä rastlinné oleje. Ideálny pomer mastných kyselín radu n-6 k radu n-3 je 10:1. z mastné kyseliny s trojitými väzbami a rôznymi substituentmi – v porovnaní s predchádzajúcimi skupinami tieto typy mastných kyselín v potravinárstve avo výžive nemajú väčší význam(Franeková a kol. 2006; Banishki 2015).

Polynenasýtené MK – omega-3 a omega-6- v posledných rokoch sa im venuje značná pozornosť. Hrajú významnú úlohu pri udržaní zdravého srdca, pomáhajú znižovať hladinu celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu, ale aj hladiny triacylglycerolov v krvi.

Omega-3 MK – kyselina linolénová- je obsiahnutá v rybom tuku, úho-roch, šprotach, sled'och a lososoch. Kardioprotektívny účinok má denné konzumovanie 25-57 g rýb bohatých na O3MK. V mnohých štúdiách bola popisovaná znížená mortalita na kardiovaskulárne ochorenie spojená s konzumáciou rýb (Psota 2006). V rastlinách sa O3MK nachádzajú v oleji zo sójových bôbov, ľanových semenách, ľanovom oleji, vlašských orechoch a rybách. Jej metabolity sú kyselina eikozapentaénová (EPA) a kyselina dokozahehexaénová (DHA). Ich hlavným zdrojom sú morské ryby, oleje z nich a vajcia. Ich pomer na energetickom príjme by mal tvoriť 1 %. Príjem EPA A DHA asi 50 až 200 mg denne. Pričom pomer n3- n6 by mal byť 6:1. EPA sa zúčastňuje na imunitných protizápalových reakciách, regulácii krvného obehu. Je popisovaný jej antiarytmický účinok. DHA je hlavnou funkčnou zložkou membrán nervových tkanív. Hlavným zástupcom Omega6 MK je kyselina linolová a jej metabolit kyselina arachidónová. Nachádzajú sa v rastlinných olejoch– v kukuričnom, sójovom, slnečnicovom a olejoch s vysokým obsahom kyseliny linolovej. Patria k esenciálnym MK, v organizme znižujú produkciu cholesterolu. Zo živočíšnych potravín sa nachádza v mäse, pečeni a vajciach. Podiel na energetickom príjme by mal byť 7 %. Kyselina linolová je nevyhnutná pre rast a vývoj. Je súčasťou bunkových membrán a bunkových organel. Zúčastňuje sa na výstavbe tkanív. Pri vysokom príjme kyselina linolová môže znižovať koncentráciu HDL- cholesterolu v krvi (Šramková

a Jurkemiková 2003; Čuboň, Haščík a Michalcová 2007). Pri vysokej koncentrácii HDL v krvi sa znižuje riziko rozvoja aterosklerózy (Kujaník 2008).

### 2.3 Jednoduché lipidy

Acylglyceroly sú estery vyšších karboxylových kyselín s alkoholom, vo svojej molekule neobsahujú žiadnu inú zložku. Podľa toho, aký alkohol sa nachádza v molekule lipidu rozlišujeme acylglyceroly a vosky.

Acylglyceroly sú v rôznych formách známe každému z nás, najmä ako súčasť stravy (tuk v mäsových a maslovomliečnych produktoch, margarín, majonéza, dressingy, pečené jedlá obsahujúce olej). Používame mydlá, ktoré sú vyrobené z tukov a olejov a tiež farby. Niektoré tuky a oleje sú nevyhnutnou súčasťou našej potravy, lebo poskytujú esenciálne mastné kyseliny a absorbujú a transportujú v tukoch rozpustné vitamíny A, D, E a K. Špecifická funkcia esenciálnych mastných kyselín nie je stále známa, avšak deti a mláďatá majú spomalený rast v prípade ich nedostatku v strave. Ďalšími symptómami sú riedke vlasy, šupinatá koža, zlé hojenie sa rán (Velíšek a Hajšlová 2009). Chemický charakter tukov a olejov bol prvýkrát študovaný v rokoch 1810-1820 francúzskym chemikom Michel-Eugene Chevreul. Zistil, že hydrolýza tukov a olejov vedie k tvorbe mastných kyselín a glycerolu. Tuky a oleje ako estery glycerolu a vyšších mastných kyselín sú často nazývané aj ako triacylglyceroly. V tukoch a olejoch bolo nájdených viac ako 100 mastných kyselín, dávajúc tak teoreticky možnosť existencie viac ako 500 000 rôznych triacylglycerolov. Väčšina mastných kyselín sa však nachádza v organizme iba v stopových množstvách a iba približne 10 z nich je dôležitou súčasťou triacylglycerolov (Sedlák a kol. 2007).

Väčšina bežných mastných kyselín má 12, 14, 16, 18 alebo 20 uhlíkových atómov a že všetky sú vytvorené z nerozvetvených reťazcov. Mastné kyseliny s 12 a 14 uhlíkmi sú nasýtené, zatiaľ čo u mastných kyselín so 16, 18 a 20 uhlíkovými atómami sa často krát vyskytujú aj nenasýtené väzby. Väčšina nenasýtených väzieb (môžu sa vyskytovať až 4 v jednom reťazci) je v cis konformácii. Zaujímavý fakt, že tieto mastné kyseliny obsahujú párny počet uhlíkových atómov poukazuje na spôsob ich biosyntézy, a to pridávaním dvojuhlíkového zvyšku pomocou acetyl koenzýmu A. Tvorbu dvojitych väzieb zabezpečujú ďalšie enzýmy, a to odstránením vodíkových atómov (Beňo 2001).

V súčasnosti je všeobecne známy význam "správnych" tukov v zdravej výžive. Vo všeobecnosti, rastlinné tuky sú lepšie ako živočíšne a polynenasýtené tuky sú lepšie, ako nasýtené. Dôvodom je cholesterol, ktorého nadmerné množstvo v krvnom riečišti vedie k ateroskleróze – k strate elasticity a zúženiu artérií

v dôsledku usadzovania sa cholesterolu. Takáto usadenina môže viesť k výraznému obmedzeniu, príp. prerušeniu toku krvi k životne dôležitým orgánom ako mozog a srdce, a následne spôsobiť mŕtvicu alebo srdcový infarkt. Rastlinné oleje sú považované za lepšie v porovnaní so živočíšnymi, pretože neobsahujú cholesterol. Avšak niektoré vysokonasýtené tuky, ako palmový olej (obsahuje 36-59 % nasýtených mastných kyselín) a kokosový olej (77-97 % nasýtených mastných kyselín), zvyšujú hladinu cholesterolu v krvi. Ich konzumácia môže mať preto horšie následky pre telo ako konzumácia niektorých živočíšnych tukov. Palmový a kokosový tuk sú lacné, preto sa komerčne využívajú pri výrobe koláčov a iných pečených výrobkov (ekonomika má často prioritu pred zdravou výživou). Rastlinné oleje obsahujúce vysoké množstvo polynenasýtených mastných kyselín znižujú hladinu cholesterolu v krvi, zatiaľ čo rastlinné tuky obsahujúce predovšetkým mononenasýtené mastné kyseliny neovplyvňujú, alebo len málo, hladinu cholesterolu (Kujaník 2008).

Tabuľka 1 Zastúpenie mastných kyselín v niektorých živočíšnych a rastlinných tukoch (Sedlák 2007).

	Nasýtené mastné kyseliny (%)					Nenasýtené mastné kyseliny (%)			
	C <sub>4</sub> -C <sub>12</sub>	Myristová	Palmitová	Stearová	Spolu	Olejová (1 d.v.)	Linolová (2 d.v.)	Linoleová (3 d.v.)	Spolu
<b><u>Živočíšne</u></b>									
Hovädzi tuk	1	6	27	14	48	49	2	0	52
<b>Maslo</b>	<b>9-13</b>	<b>7-9</b>	<b>23-26</b>	<b>10-13</b>	<b>43-52</b>	<b>30-40</b>	<b>4-5</b>	<b>0</b>	<b>39-50</b>
Bravčová masť	0	1-2	24-30	12-18	41-50	41-48	10	0	51-58
<b>Trešči olej</b>	<b>0</b>	<b>5-7</b>	<b>8-10</b>	<b>0-1</b>	<b>13-18</b>	<b>27-33</b>	<b>27-32</b>	<b>0</b>	<b>82-88</b>
Sleďový olej	0	5	14	3	22	0	0	30	78
<b>Sardinkový olej</b>	<b>0</b>	<b>6-8</b>	<b>10-16</b>	<b>1-2</b>	<b>17-26</b>	<b>6-10</b>	<b>27-11</b>	<b>8-12</b>	<b>78-85</b>
<b><u>Rastlinné</u></b>									
Kokos	55-73	17-20	4-10	1-5	77-97	2-10	0-2	0	3-13
<b>Kukurica</b>	<b>0</b>	<b>0-2</b>	<b>7-11</b>	<b>3-4</b>	<b>10-17</b>	<b>43-50</b>	<b>34-42</b>	<b>0</b>	<b>77-93</b>
Bavlnikové semeno	0	0-3	17-23	1-3	18-29	23-44	34-55	0	71-82
<b>Eanové semeno</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4-7</b>	<b>2-5</b>	<b>6-12</b>	<b>9-38</b>	<b>3-43</b>	<b>25-58</b>	<b>88-94</b>
Olivy	0	0	5-15	1-4	6-19	69-84	4-12	2	81-94
<b>Palma</b>	<b>0</b>	<b>1-6</b>	<b>32-47</b>	<b>3-6</b>	<b>36-59</b>	<b>38-42</b>	<b>5-11</b>	<b>0</b>	<b>43-58</b>
Arašidy	0	0-1	6-9	2-6	8-15	50-70	13-26	2	85-92
<b>Saffor</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>76</b>	<b>1</b>	<b>92</b>
Slnčnica	0	1	6	5	12	21	66	1	88
<b>Sója</b>	<b>0</b>	<b>0-1</b>	<b>10-13</b>	<b>2-5</b>	<b>12-19</b>	<b>21-29</b>	<b>50-59</b>	<b>2-10</b>	<b>81-88</b>
Tung – čínsky drevný olej	0	0	1-3	1-3	2-6	4-16	0-1	0	94-98

Z potravinárskeho hľadiska sú najvýznamnejšími lipidmi estery glycerolu a mastných kyselín. Podľa počtu naviazaných zvyškov mastných kyselín rozoznávame tri typy acylglycerolov, a to:

- monoacylglyceroly – s jedným zvyškom mastnej kyseliny,

- diacylglyceroly – s dvoma zvyškami mastných kyselín,
- triacylglyceroly – s tromi zvyškami mastných kyselín.

V prírode sa najčastejšie vyskytujú acylglyceroly, ktoré majú na jednej molekule glycerolu naviazané tri zvyšky mastných kyselín, pričom tieto kyseliny môžu byť rovnaké (jednoduché triacylglyceroly) alebo rôzne (zmiešané triacylglyceroly). Triacylglyceroly sa vyskytujú v rastlinných aj živočíšnych materiáloch, pričom zastúpenie jednotlivých druhov mastných kyselín ovplyvňuje ich pôvod. Vo väčšine rastlinných olejov prevláda kyselina olejová a linolová a z nasýtených kyselina palmitová (Ferenčík a kol. 2000).

Tabuľka 1 udáva percentuálne zastúpenie mastných kyselín v rôznych typoch živočíšnych a rastlinných tukov. Väčšie množstvo nasýtených mastných kyselín vo väčšine živočíšnych tukov v porovnaní s veľkým množstvom nenasýtených mastných kyselín v rastlinných tukoch. Rybacie tuky majú vyššiu tendenciu obsahovať viac nenasýtených mastných kyselín, z čoho vyplýva aj ich popularita v zdravej výžive. Vysoké percento mastných kyselín v rybách obsahuje 3 a viac dvojitých väzieb. Na druhej strane, ako bolo spomenuté, kokosový a palmový olej obsahuje vysoký podiel nasýtených mastných kyselín. Kokosový olej obsahuje dokonca vyššie percento nasýtených mastných kyselín, ako všetky uvedené živočíšne tuky. Slniečnicový a sójový olej sú zase výborným zdrojom poly-nenasýtených mastných kyselín (Sedlák 2007).

V tukoch domácich zvierat prevažuje kyselina olejová a z nasýtených hlavne palmitová a stearová. Mliečne tuky obsahujú vyššie percento nasýtených mastných kyselín so 4 až 12 atómami uhlíka v reťazci. Tuky rýb a morských živočíchov obsahujú vyššie nenasýtené mastné kyseliny s 20 až 22 atómami uhlíka a s 3 až 6 dvojitými väzbami v reťazci (Klvanová 1999).

### 2.3.1 Vosky

Vosky majú vo svojich molekulách esterifikovaný jednosýtny alkohol s dlhším uhlíkovým reťazcom, napr. cetylalkohol (C16), stearylalkohol (C18), myricylalkohol (C22). Vosky sú známe predovšetkým z rastlinnej ríše, nachádzajú sa na povrchu listov a plodov a účinne chránia rastlinný organizmus pred neregulovaným výdajom vody a tým pred vysychaním. Živočíšne vosky produkujú napr. vodné vtáky, ktoré ich využívajú proti zmáčaniu peria vodou, hmyz chránia vosky pred vyschnutím. Pre človeka má hospodársky význam včelí vosk, ktorý včely používajú pri výrobe plástov a lanolín, ktorý sa vyrába z ovčej vlny. Vorvaň tuponosý (*Physeter catodon*) má v lebečnej dutine a dutinách pozdĺž chrbtice



žltkastú tekutinu, ktorá obsahuje vosk vorvaňovinu (cetaceum, spermacet). Má široké využitie v lekárske a kozmetickom priemysle, ale aj pri výrobe sviečok. Živočíšny vosk pižmo, ktorý sa nachádza v tukových váčkoch pižmoňa severského (*Ovibos moschatus*), sa používa pri výrobe parfumov (Paulov 1973; Vojtašáková a kol. 2000).

## 2.4 Zložené lipidy

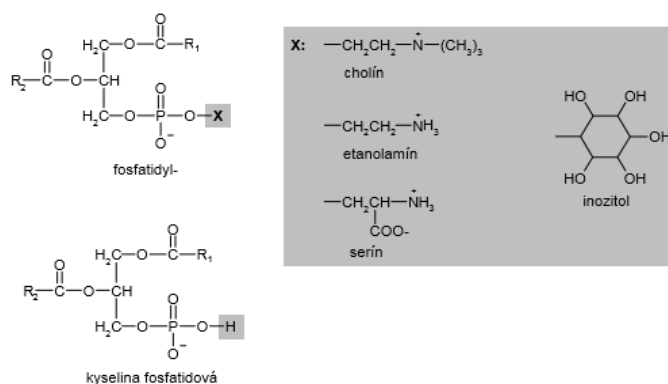
Od jednoduchých lipidov sa líšia tým, že v molekule majú okrem karboxylovej kyseliny a alkoholu aj ďalšiu zložku:

- fosfolipidy obsahujú zvyšok  $H_3PO_4$ ,
- glykolipidy majú naviazanú molekulu sacharidu,
- lipoproteíny obsahujú bielkovinu.

Zložené lipidy sú základnými stavebnými prvkami bunkových membrán. Vo vodných roztokoch vytvárajú tzv. micely, prípadne dvojvrstvy (Teplá 2016).

### 2.4.1 Fosfoacylglyceroly

Fosfoacylglyceroly (tiež nazývané fosfatidáty) patria do skupiny polárnych lipidov. Skladajú sa z hydrofóbnej a hydrofilnej časti, čo určuje ich amfipatickú (amfifilnú) povahu. Fosfoacylglyceroly sú súčasťou veľkej skupiny fosfolipidov, ktoré sú základnými stavebnými prvkami všetkých biomembrán a niektoré sa zúčastňujú prenosu vzruchu v nervovom tkanive. Vznikajú esterifikáciou zvyšku kyseliny fosforečnej vo fosfatidovej kyseline jedným z nasledujúcich alkoholov alebo aminoalkoholov: cholín, etanolamín, serín, inozitol, glycerol (Sedlák 2007). Hydrofilnú časť týchto zlúčenín tvorí fosfát, hydrofóbna časť pozostáva zo zvyškov dvoch mastných kyselín.



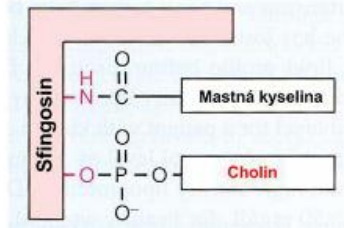
Obrázok 10 Obrázok Fosfoacylglycerol  
(Zdroj: Koolman a Röhm 2012)

Ako aditíva upravujúce konzistenciu potravín sa využívajú niektoré fosfolipidy (fosfatidylcholín = lecitín). Väčší než potravinársky je ich fyziologický význam, pretože sú súčasťou bunkových membrán, kde sa uplatňujú pri transportných procesoch. Lipoidy, sprievodné látky lipidov, sú látky lipofilného charakteru, ktoré sa získajú extrakciou potravinárskeho materiálu pri izolácii prírodných lipidov. Hlavný podiel sprievodných látok lipidov tvoria steroly. Sú to alicyklické alkoholy odvodené od cyklopentánperhydrofenantrénu. Rozdeľujú sa podľa pôvodu na živočíšne, rastlinné a mikrobiálne. Medzi živočíšne steroly patrí cholesterol, ktorý je veľmi dôležitý pre organizmus človeka. Je nevyhnutný pri výstavbe a obnove bunkových membrán a plní aj ďalšie biologicky významné úlohy (Kubincová a kol. 2004). Cholesterol je prekuzorom steroidných hormónov a žlčových kyselín. V organizme sa syntetizuje v dostatočnom množstve, a preto nie je jeho prísun potravou potrebný. Naproti tomu cholesterol predstavuje jeden z najzávažnejších rizikových faktorov vzniku aterosklerózy. Pri zvýšení hladiny cholesterolu v krvi sa zvyšuje riziko jeho úniku a ukladania sa na nevhodných miestach, predovšetkým do cievnych stien, čím sa zúži ich vnútorný prierez a zhorší zásobovanie životne dôležitých orgánov. Denný príjem cholesterolu nemá byť vyšší ako 300 mg. Hladinu cholesterolu v krvi možno ovplyvniť vhodným výberom potravín, zložením mastných kyselín a množstvom hrubej vlákniny. Na reguláciu jeho množstva v krvi je dôležitý pomer polyénových mastných kyselín k nasýteným kyselinám v potrave. Hrubá vláknina viaže časť prebytočného cholesterolu na svojom povrchu a tým zabraňuje jeho vstrebávaniu v tenkom čreve. Okrem toho, že sa cholesterol ukladá v cievach, pri tepelnej úprave pokrmov vznikajú jeho oxidované deriváty, ktoré môžu byť pre cievny systém nebezpečnejšie ako samotný cholesterol (Bada 1995; Tomáš a kol. 2007).

#### 2.4.2 *Sfingomyelíny*

Podobne ako fosfoacylglyceroly aj sfingomyelíny (tiež nazývané sfingofosfolipidy, ceramid-1-fosforylcholín) patria medzi polárne lipidy, fosfolipidy. Základom tejto skupiny fosfolipidov nie je glycerol, ale dlhý nenasýtený aminoalkohol sfingoizín. Jeho aminoskupina tvorí amidovú väzbu s mastnou kyselinou (ceramid) a primárny hydroxyl je esterifikovaný fosforylcholínom:

### Sfingomyelíny (sfingofosfolipidy)



Obrázok 11 Obrázok Sfingomyelín  
(Zdroj: Koolman a Röhm 2012)

Sfingomyelíny tvoria dôležité zložky biomembrán a vyskytujú sa hojne v mozgu a nervovom tkanive (Sedlák 2007).

#### 2.4.3 Lipoproteíny

Lipoproteíny vznikajú spojením lipidov so špecifickými bielkovinami, apolipoproteínmi. K vzájomnému spojeniu dochádza pomocou hydrofóbných interakcií nepolárnych oblastí oboch zložiek. Výsledkom je, že bielkovina robí hydrofóbné lipidové štruktúry dispergovateľné a stabilné vo vodnom prostredí. Lipidové časti lipoproteínov tvoria najmä triacylglyceroly, ďalej fosfolipidy (lecitíny, sfingomyelíny), voľný a esterifikovaný cholesterol. Triacylglyceroly a estery cholesterolu tvoria lipofilné jadro lipoproteínovej častice. Apolipoproteíny, fosfolipidy a neesterifikovaný cholesterol tvoria jej obal, ktorý je hydrofilný (Drozdíková a Obernauerová 2015).

Lipoproteíny sú súčasťou bunkových membrán, cytoplazmy buniek, krvnej plazmy a vaječného žltka. Najpreštudovanejšie sú plazmové lipoproteíny, ktoré zabezpečujú transport a distribúciu lipidov (vstrebávaných lipidov z potravy, lipidových hormónov a v tukoch rozpustných vitamínov) prostredníctvom krvi a lymfatického systému. Fungujú tiež ako regulátory metabolizmu lipidov.

Na základe zloženia rozdeľujeme lipoproteíny do niekoľkých skupín:

- Chylomikróny, tvoria sa v tenkom čreve, z lipoproteínov sú najväčšie (viditeľné aj pod mikroskopom). Ich primárnou úlohou je transportovať triacylglyceroly z tenkého čreva do pečene.
- VLDL (very low-density lipoproteins), vznikajú v pečeni a transportujú triacylglyceroly z pečene do tukových a svalových buniek.
- IDL (intermediate-density lipoproteins), obvyčajne sú v krvi nedetegovateľné.

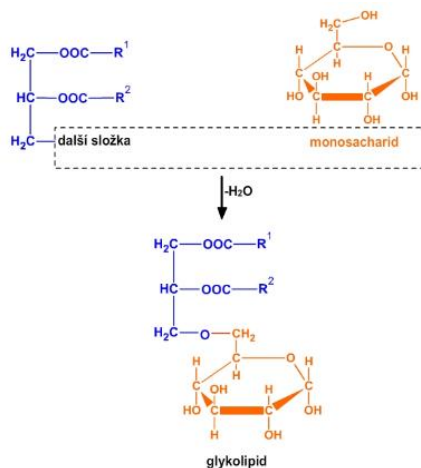
- LDL (low-density lipoproteins), tie nie sú syntetizované priamo, ale tvoria sa z VLDL. LDL majú zo všetkých lipoproteínov najväčšie zastúpenie cholesterolu a esterov cholesterolu. Podieľajú sa najväčšou mierou na transporte cholesterolu z pečene do buniek.
- HDL (high-density lipoproteins), ktoré vznikajú primárne v pečeni. "Zbierajú" nadbytočný cholesterol z tkanív a transportujú ho do pečene (Sedlák 2007).

Tabuľka 2 Zloženie a vlastnosti ľudských lipoproteínov (Sedlák 2007)

Skupina	Hustota (g/cm <sup>3</sup> )	Priemer (nm)	Zloženie (% suchej hmotnosti)			
			proteíny	cholesterol	fosfolipidy	triacylglyceroly
chylomikróny	< 0,95	100-500	1-2	8	7	84
VLDL	0,95-1,006	30-80	10	22	18	50
IDL	1,006-1,019	25-50	18	29	22	31
LDL	1,019-1,063	18-28	25	50	21	4
HDL	1,063-1,21	5-15	33	30	29	8

#### 2.4.4 Glykolipidy

Glykolipidy obsahujú jeden alebo viac monosacharidových zvyškov, ktoré sa viažu glykozidovou väzbou na lipidovú časť. Tá je tvorená buď mono- alebo diacylglycerolom, príp. sfingozínom alebo ceramidom. Neobsahujú kyselinu fosforečnú (Paulov 1973).



Obrázok 12 Obrázok Glykolipid  
(Zdroj: Teplá 2016)

Podľa charakteru sacharidovej zložky ich môžeme rozdeliť na dve skupiny:

- Cerebrozidy, ktoré obsahujú ceramid s mastnou kyselinou alebo hydroxymastnou kyselinou a ako hydrofilnú časť jediný zvyšok monosacharidu viazaného  $\beta$ -glykozidovou väznou na C<sub>1</sub>. Poznáme galaktocerebrozidy (obsahuje sacharid D-galaktózu) a glukocerebrozidy (obsahuje sacharid D-glukózu).

Cerebrozidy tvoria 11 % suchej hmoty mozgu, tiež sú prítomné v nervovom tkanive, týmuse, obličkách, nadobličkách, pľúcach a vaječnom žltku.

- Glykosfingolipidy, predstavujú zložitejšie deriváty ceramidu, v ktorých sa na primárnu alkoholovú skupinu sfingozínu glykozidovou väzbou viaže lineárny alebo vetvený oligosacharidový reťazec. Ten pozostáva z kombinácie galaktózy, glukózy a ich N-acetyl aminoderivátov. Často obsahuje aj jeden alebo viac zvyškov sialových kyselín, nesúcich záporný náboj. Tieto kyslé sialylglykosfingolipidy nazývame gangliozidy.

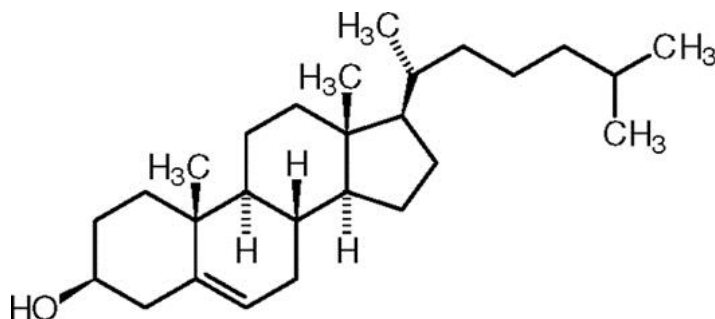
Vyskytujú sa hlavne v šedej mozgovej kôre. Podieľajú sa tiež na špecificite krvných skupín a na orgánovej a tkanivovej špecificite (Sedlák 2007).

## 2.5 Cholesterol

Cholesterol je najčastejšie sa vyskytujúci steroid u živočíchov. Nachádza sa vo všetkých tkanivách, s najväčšou koncentráciou v mozgu, mieche a nervoch. Celkové množstvo cholesterolu u priemerného dospelého človeka je 200-300 g. Kvôli množstvu a všade prítomnosti bol cholesterol izolovaný a charakterizovaný ako prvý steroid. Kvôli relatívne komplikovanej štruktúre prešlo od jeho izolácie v roku 1775 viac ako 150 rokov, kým sa podarilo určiť jeho štruktúru, a to v roku 1932. Keďže cholesterol obsahuje 8 asymetrických centier a môže existovať v 256 stereoizomérnych formách, trvalo ďalších 23 rokov do určenia jeho kompletnej 3D štruktúry (Muchová a kol. 2008).

Cholesterol je všeobecne rozšírený u eukaryotov, ale nevyskytuje sa u väčšiny prokaryotov. V relatívne vysokej koncentrácii sa vyskytuje v každej živočíšnej bunke a tvorí významnú časť jej plazmatickej membrány a moduluje jej tekutosť a permeabilitu (priepustnosť). Vo väčšej miere je prítomný v mozgu (tvorí asi 10 % jeho sušiny), v žlči, krvnej plazme (asi 2 mg/cm<sup>3</sup>), kde je esterifikovaný nenasýtenými mastnými kyselinami a tvorí súčasť plazmových lipoproteínov, ďalej v nadobličkách, nervovom tkanive, kde je súčasťou myelínových obalov nervových buniek, v mieche, vo vaječnom žltku a v tuku z ovčej vlny. Ľudská koža vylučuje až 300 mg cholesterolu denne ako ochrannú látku. Cholesterol tvorí hlavnú súčasť tzv. nezmydeliteľných podielov živočíšnych tukov. Kľúčový

význam cholesterolu je daný tiež tým, že je východnou látkou pre biosyntézu ďalších dôležitých steroidov – žlčových kyselín, pohlavných hormónov a kalciferolov.



Obrázok 13 Obrázok Cholesterol  
(Zdroj: Banishki 2015)

Organizmus kryje časť spotreby cholesterolu príjmom z vonku (potravinou), väčšinu však syntetizuje (denne vyrába viac než 1 g cholesterolu). Hladina cholesterolu je udržiavaná poklesom biosyntézy pri jeho príjme v potrave. Cholesterol sa z väčšej časti vylučuje po premene na žlčové kyseliny v pečeni. Nepremenená časť sa odbúrava činnosťou črevných baktérií, redukciou na koprostanol (5- $\beta$ -cholestan-3- $\beta$ -ol). Patologicky sa cholesterol ukladá v stenách krvných ciev (ateroskleróza) a v žlčových kameňoch (Marcinčák, Turek a Bystrický 2004).

## 2.6 Zmeny lipidov – tuchnutie

Lipidy patria medzi labilné zložky potravín, ktoré veľmi ľahko podliehajú nežiaducim zmenám, ktoré označujeme pojmom tuchnutie. Ide o súbor reakcií, ktoré vedú k tvorbe produktov zhoršujúcich výživovú a sensorickú hodnotu potravín. Tuchnutím označujeme: z hydrolýzy tukov, z reverziu tukov, z ketónové tuchnutie, z autoxidáciu tukov (Salková 2002).

Hydrolýza tukov je proces prebiehajúci buď chemickou cestou (pri dlhodobom varení a smažení), alebo častejšie pôsobením enzýmu lipázy (pri nevhodnom skladovaní potravín). Pri hydrolýze dochádza k rozkladu tukov na pôvodné zložky, t. j. na glycerol a masťné kyseliny. Aktívna lipáza sa vyskytuje v rastlinných surovinách, najmä v nezrelých plodoch a klíčiach semenách, je aj v

živočíšnych tukových tkanivách, a tiež ju môžu produkovať niektoré mikroorganizmy, napr. plesne a baktérie. Hydrolyzou sa zhoršujú organoleptické vlastnosti tukovej suroviny, hlavne vôňa a chuť, a zvyšuje sa náchylnosť tuku na oxidačné zmeny (Espalcová 2013). Reverzia je proces tuchnutia, ktorý prebieha pôsobením enzýmu lipoxygenázy. Tento enzým sa vyskytuje v rastlinných aj živočíšnych materiáloch a produkujú ho aj niektoré mikroorganizmy. Lipoxygenáza oxiduje esenciálne mastné kyseliny a spôsobuje vznik peroxidov a hyperoxidov, ktoré sa následne štiepia na senzorycké a nutrične nežiaduce produkty. Reverzia prebieha v širokom teplotnom rozpätí (od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  až po  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a spôsobuje rozklad esenciálnych mastných kyselín v produktoch s vyšším obsahom tuku, napr. v rastlinných olejoch (slnečnicový, sójový), ale prejavuje sa aj zmenou vlastností tukov pri skladovaní a spracovaní konzervárenských produktov. Ketónové tuchnutie je charakteristické hlavne pre mliečny a kokosový tuk. Spôsobujú ho mikroorganizmy produkujú enzýmy, ktoré oxidujú mastné kyseliny za vzniku látok dodávajúcich jedlým tukom (najmä maslu) nežiaduci špecifický tzv. parfémový zápach (Csuka 2004). Najrozšírenejšou nežiaducou zmenou lipidov, ktorá prebieha nielen v potravinách s vyšším, ale aj s nízkym obsahom tukov (ovocie, zelenina), je autooxidácia. Táto zmena nevyžaduje prítomnosť enzýmov, ale nevyhnutnou podmienkou je prítomnosť kyslíka a vyššia teplota. Nasýtené mastné kyseliny podliehajú autooxidácii pri bežných teplotách iba veľmi pomaly, ale nenasýtené mastné kyseliny podliehajú podstatne rýchlejšie. Autooxidácia je radikálová reakcia, pretože štiepením väzieb mastných kyselín vznikajú veľmi reaktívne radikály (Habánová 2006). Energia potrebná na štiepenie týchto väzieb sa získava z rôznych zdrojov. Môže to byť:

- zohrev, t. j. tepelná energia,
- ultrafialové alebo rádioaktívne žiarenie,
- viditeľné svetlo,
- pôsobenie iných voľných radikálov,
- prítomnosť stopových množstiev kovov.

Primárnymi produktmi autooxidácie sú hydroperoxydy, ktoré síce nemajú výrazný vplyv na kvalitu potraviny, ale z nich vznikajú sekundárne produkty, ktoré nežiaduco ovplyvňujú senzoryckú hodnotu potraviny a môžu byť aj toxické pre organizmus človeka. Rýchlosť reakcií autooxidácie ovplyvňuje celý rad faktorov (teplota, prístup vzduchu, žiarenie, prítomnosť stopových množstiev kovov), čo umožňuje ich inhibíciu. Spomaliť reakcie autooxidácie je možné:

- znížením koncentrácie oxylabilných zložiek v potravine  
– odstránením alebo znížením podielu tuku alebo polyénových

mastných kyselín stužovaním, t. j. hydrogenáciou alebo preesterifikáciou,

- znížením teploty skladovania alebo tepelnej úpravy,
- ochranou potravín pred účinkom UV žiarenia a svetla – skladovaním v tme, aplikáciou vhodných obalov apod.,
- prídavkom látok, ktoré viažu stopové množstvá kovov – kovy pôsobia ako katalyzátor autooxidácie,
- prídavkom antioxidantov zneškodňujúcich radikály – vitamín E, kyselina L-askorbová, syntetické antioxidanty,
- obmedzením alebo odstránením prístupu kyslíka – použitím nepriepustných obalov, balením v inertnej atmosfére (Hrubý 2009; Kimáková a Baranovičová 2014).

## 2.7 Technologicky významné reakcie tukov a olejov

Lipidy patria k reaktívnym zložkám potravín. Ľahko podliehajú hlavne autooxidácií a určitý význam majú aj ich hydrolytické reakcie. Priemyselný význam majú však hlavne:

- esterifikačné reakcie lipidov – uplatňujú sa pri úprave vlastností produktov, napr. pri výrobe tukov s definovaným zastúpením mastných kyselín, alebo teplotou topenia (tuky stabilnejšie pri tepelnom zázehve), pri výrobe emulgátorov alebo príprave esterov mastných kyselín na laboratórne účely,
- hydrogenácia (stužovanie) – jej cieľom je výroba stužených tukov, ktoré sú odolnejšie voči nežiaducim zmenám pri skladovaní alebo tepelnej úprave a zároveň sú aj ľahšie stráviteľné a dobre roztierateľné.
- zmydelňovanie – ide o reakciu, ktorá sa využíva pri výrobe mydiel (Keresteš 2009).

Hydrogenácia prebieha postupne, z polyénových vznikajú monoénové kyseliny a z nich môžu vznikajúť až nasýtené kyseliny. Premena všetkých nenasýtených kyselín na nasýtené však nie je žiaduca, pretože vzniká príliš tvrdý, ťažko stráviteľný tuk s vysokým bodom topenia. Nevýhodou hydrogenácie je, že pri nej dochádza k izomerizácii dvojitej väzby, pričom vzniká určité množstvo trans-izomérov mastných kyselín, o ktorých existujú určité pochybnosti, vzhľadom na ich vplyv na zdravie človeka (Hrubý 2009).



## 2.8 Potreba tukov

Potreba tukov závisí od fyziologického stavu organizmu, od výšky energetického výdaja aj od klimatických podmienok. U detí sa pohybuje okolo 3-5g/kg hmotnosti/deň, u dospelých 1g/kg hmotnosti/deň. Tuky sú zo všetkých troch základných živín energeticky najbohatšie, lebo z 1 g tuku získava telo 38 kJ. Je to asi 2-krát viac, než poskytujú bielkoviny alebo sacharidy. Preto sú tuky predovšetkým dodávateľom energie. Väčšiu dávku tuku potrebujú ľudia ktorí vydávajú veľa energie. Sú to najmä robotníci, ktorí telesne ťažko pracujú, alebo aj výkonní športovci v niektorých disciplínach, napr. lyžiar. No to nie je jediná úloha tukov. Tuky dodávajú telu aj nevyhnutné nenasýtené kyseliny, ktoré telo potrebuje. Tuky dodávajú okrem toho vitamíny A, D, E, K rozpustné v tukoch. Bez tukov by sa tieto vitamíny nemohli vstrebať a telo by ich nevyužilo, i keby sa z nich privádzal dostatok (Jedlička 2009; Vidrih, Vidakovič a Abramovič 2010). Podľa pôvodu rozlišujeme tuky:

- živočíšne (masť, maslo a loj),

Medzi živočíšne tuky patrí aj bravčová masť, slanina. Husacia a kačacia masť majú rovnakú energetickú hodnotu ako bravčová masť. Hovädzí loj – z biologického hľadiska to nie je vhodný druh tuku. Obsahuje takmer 10-krát menej vitamínu A ako maslo. Baraní loj tiež nie je vhodný tuk.

- rastlinné tuky (najznámejšie rastlinné oleje sú – sójový, podzemnicový ( arašidový ), klíčkový, slnečnicový, ľanový, makový, palmový, kokosový, kakaové maslo a ďalšie druhy).

Niektoré rastlinné oleje sa stužujú. Medzi stužené tuky zaradíme pokrmové tuky a margarín. Stužené tuky patria do našej výživy, no nevyrovnávajú sa rastlinným olejom (Pánek, Pokorný a Dostálová 2002).

### 2.8.1 Maslo

Maslo je stuhnutý mliečny tuk so zvyškami cmaru a s rozlične veľkým obsahom vody( 16 až 22 %). Predtým sa bežne vyrábalo v poľnohospodárskych domácnostiach na vidieku, v súčasnosti ho dodávajú už len mliekarne.

Predstavuje veľmi hodnotnú potravinu, dodávajúcu telu veľa vitamínu A. V 100g masla je asi polovica dennej dávky vitamínu A pre deti. Preto je vhodnejšie masť chlieb maslom ako masťou. Maslo je ľahko stráviteľné a hodí sa na priame požívanie i na prípravu pokrmov. Má príjemnú chuť, vôňu aj sfarbenie. Tieto vlastnosti sa prenášajú aj na pokrmy. Staré alebo zle uložené maslo sa rozkladá, tuchne, pričom nadobúda trpkastú chuť a nepríjemný zápach. Na prípravu

diétnych pokrmov sa maslo dost' často odporúča (napr. pri chorobách čriev, žlčníka a pečene ho majú pacienti dostávať ako jediný tuk v čerstvom nepretápanom stave) (Beňo 2003).

### 2.8.2 Rastlinné oleje

Rastlinné oleje sú zo zdravotného hľadiska výhodnejšie ako tuky živočíšneho pôvodu. Jedlé oleje sa získavajú lisovaním z olejnatých semien a plodov. Surový olej nebýva vždy chutný a preto sa musí ďalej upravovať. Vo svete sú známe mnohé rastliny, ktoré poskytujú olejnaté semená alebo plody, vhodné na prípravu jedlého oleja (Sharon 1994; Janotová, Čížiková a Voldřich 2009).

U nás sú na ľudskú výživu určené najmä tieto oleje: sójový, slnečnicový, podzemnicový, repkový, olivový a klíčkový. Niektoré z nich (sójový, podzemnicový, klíčkový) sa predávajú čisté ako značkové oleje. Sójový olej je dôležitý v kozmetickom priemysle, vynikajúci z diétného hľadiska, jeho využitie je vo vlasovej kozmetike, v penách do kúpeľa. Má regeneračné a zvláčňujúce účinky, vhodný pre suchú pleť a ekzémy. Obsahuje kys.linolovú (35 – 60 %), kys. linoleovú (2 -13 %), vitamíny E, A a lecitín, rýchlo sa však kazí a je vhodný pri prevencii kardiovaskulárnych chorôb (Takácsová a Paveleková 2006).

Stolový olej je zmes jedlých olejov, a preto nemá vždy rovnaké zloženie. Klíčkový olej je najbohatší na esenciálne mastné kyseliny. Preto sa aj u nás zaviedla jeho výroba lisovaním z obilných a kukuričných klíčkov. Olej z kukuričných klíčkov obsahuje až 19 % oleja, používa sa v potravinárskom, kozmetickom a farmaceutickom priemysle, obmedzuje vznik prasklín, chráni zapálenú a aknóznou pleť, účinný je proti ekzému. Obsahuje kyselinu linolovú (62 %) a nízky obsah kyseliny linolenovej má vplyv na dobrú stabilitu oleja.

Sójový olej je tiež veľmi bohatý na esenciálne mastné kyseliny. Vyrába sa lisovaním sójových bôbov. Surový nemá prijateľnú chuť ani sfarbenie, po rafinácii je veľmi chutný. Tento druh oleja sa bežne požíva v krajinách Ďalekého východu.

Podzemnicový olej sa pripravuje z plodov podzemnice olejnej a je biologicky cenný.

Slnečnicový olej patrí tiež medzi biologicky hodnotné oleje. Vyrába sa zo semien slnečnice, ktoré si sčasti dopestujeme, sčasti dovážame. Obsahuje kys.linolovú (48 – 68 %) a menší obsah kys.linoleovej, taktiež vitamíny A, D, E, K. Semena obsahujú 40 -50 % oleja, 6 – 9 % vody a 35 % bielkovín (Vojtašáková a kol. 2000).

Repkový olej sa vyrába z domácej suroviny – zo semien repky – no je chudobný na esenciálne mastné kyseliny a obsahuje nežiaducu kyselinu erukovú.

Olivový olej, ktorý sa všeobecne pokladá za najlepší druh oleja, je taktiež chudobný na esenciálne mastné kyseliny.

Palmový olej má využitie v mydlárskom, kozmetickom a farmaceutickom priemysle. Izolovaný je z palmy (*elaeis guinnensis* jaqo), obsahuje kyselinu palmitovú (32 – 45 %) a má vysoký obsah kyseliny laurovej (Vránová 2013).

Pokrmové oleje sa majú požívať čo najviac za surová, pretože zahrievaním (napr. pri vyprážaní) sa ničí časť biologicky cenných látok.

### 2.8.3 *Margaríny*

Patria medzi rastlinné tuky, ktoré označujeme ako emulgované tuky. Celkom nesprávne je nazývať margaríny umelými tukmi, pretože sa nevyrábajú z nijakých umelých surovín, ide o zmes rafinovaných rastlinných a živočíšnych tukov. Zloženie margarínu nie je vždy rovnaké a prispôsobuje sa surovinovým množstvám (Takácsová a Paveleková 2006).

V podstate je margarín emulziou tuku a mlieka. Obsahuje 15 až 20 % vody. Stuzené pokrmové tuky sa tiež vyrábajú z rastlinných surovín. Pri tuchnutí tukov ide o rozklad, ktorý nastáva pôsobením tepla, svetla, vody a vzduchu pri nevhodnom skladovaní. Stuchnuté tuky nemajú dobrú chuť ani vôňu a po požití môžu vyvolať aj žalúdočné alebo črevné ťažkosti (Csuka 2004).

Skladované tuky prijímajú aj vône a zápachy iných potravín zo svojho blízkeho okolia. Preto nie je vhodné ukladať tuk do blízkosti rýb, korenia, kávy a iných aromatických potravín.

### 2.8.4 *Zjavný a skrytý tuk*

Človek prijíma tuk jednak v čistej, viditeľnej podobe, jednak aj v rozmanitých potravinách. Dokonca prijíma ho aj v potravinách, o ktorých by sme na prvý pohľad nepovedali, že obsahujú tuk. Tento tuk označujeme ako skrytý tuk (Sedlák 2007).

Skupenstvo tukov : závisí od mastných kyselín, z ktorých sa tuk skladá, ako aj od stavu zhlukovania. Nasýtené mastné kyseliny s reťazcom zloženým do 4-8 atómov uhlíka sú tekuté, pri 10-18 atómoch uhlíka sú polotuhé.

Rastlinné oleje sú obľúbené najmä v južných krajinách. Na Slovensku sa spotreba olejov rozšírila až po druhej svetovej vojne.

Tabuľka 3 Obsah tuku v niektorých potravinách(Szocsová 2016):

POTRAVINA 100 G	OBSAH TUKU
bravčový bôčik	56,0 g
vlašské orechy	64,4 g
maďarská saláma	44,0 g
mandle	54,1 g
tučné bravčové mäso	41,3 g
arašidy pražené	44,2 g
stredne tučné husacie mäso	33,0 g
mak	40,8 g
vaječný žltok	31, 4 g
hrach	1,4 g
tučné hovädzie mäso	28,0 g
šošovica	1,0 g
diabetické párky	27,2 g
zelenina	< 1,0 g
ementálsky syr	27,0 g
ovocie	< 1,0 g
špekáčky	25,8 g
kačacie mäso	23,0 g
chudé bravčové mäso	18,2 g
2 slepačie vajcia	11,0 g
plnotučné kravské mlieko	3,8 g
jogurt	4,5 g